

# Électricité

## 1. Les différentes grandeurs électriques

### 1.1. Tension (U) – Volt (V)

La tension est la grandeur qui caractérise la force électrique. C'est cette force qui fait circuler les électrons dans le circuit électrique. La tension est exprimée en Volt (V) . Elle peut être comparée à la pression d'un circuit hydraulique. Syn. : Voltage.

### 1.2. Courant (I) – Ampère (A)

Le courant est un déplacement de charges électriques positives dans un circuit. Le courant se déplace de la borne  $\oplus$  du générateur à la borne  $\ominus$ . Il est mesuré en Ampères (A) . Il est comparable à la quantité d'eau passant dans un circuit d'eau. Syn. : Intensité, Ampérage

### 1.3. Résistance (R) – Ohm ( $\Omega$ )

La résistance d'un composant est ce qui lui permet de s'opposer au passage du courant, tel un robinet qui laisserait passer plus ou moins d'eau. La résistance est mesurée en ohm ( $\Omega$ ).

### 1.4. Charge électrique (Q) – Ampère-heure (Ah)

On mesure généralement la quantité d'énergie qu'un accumulateur (pile) peut contenir en ampère-heure (Ah). Un ampère-heure correspond à la quantité d'énergie qui passerait dans un circuit parcouru par un courant d'un ampère pendant une heure. L'unité SI est le coulomb (C) qui correspond à un ampère pendant une seconde.  $1\text{Ah} = 3600\text{C}$

### 1.5. Puissance (P) – Watt (W)

Le watt (W) est l'unité de la puissance (électrique ou non). La puissance est égale à la tension multipliée par l'intensité :  $P = U \times I$

### 1.6. Capacité électrique (C) – Farad (F)

Le farad est une unité de capacité. Elle est utilisée pour caractériser les condensateurs, qui peuvent stocker une certaine quantité de charges électriques.

### 1.7. Fréquence (f) – Hertz (Hz)

La fréquence définit le nombre d'occurrence de quelque chose durant un temps donné. Une occurrence durant une période de 1 seconde correspond à 1 hertz. Par exemple, le courant du réseau électrique français est cadencé à 50Hz, c'est à dire que la tension varie selon un cycle qui se répète 50 fois par seconde.

### 1.8. Les multiples et sous-multiples

Les différentes unités sus-citées peuvent s'écrire avec des multiples, par exemple les millivolts ou kilohms. Voici leur signification :

Nom	Symbole	Multiplicateur
Méga	M	$10^6 = 1\,000\,000$
Kilo	k, K	$10^3 = 1\,000$
milli	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	$\mu$	$10^{-6} = 0,000\,001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\,000\,001$
pico	p	$10^{-12} = 0,000\,000\,000\,001$

## 2. Courant alternatif et courant continu

Le courant continu est un courant dont la tension est constante : elle ne varie pas dans le temps. C'est ce type de courant qui est généralement utilisé en électronique. On le retrouve sous l'abréviation DC, de l'anglais «direct current».

Le courant alternatif est un courant dont la tension varie en fonction du temps. C'est ce type de courant qui est utilisé dans les réseaux de distribution de courant, pour des raisons techniques et historiques.

## 3. Alimentation électrique

On alimente un circuit électrique à l'aide d'un générateur de tension. Celui-ci peut être un accumulateur, un transformateur, un alternateur, etc.

C'est le circuit qui définit la quantité de courant consommée, en fonction de la consommation des différents composants. Il faut veiller à ce que le générateur puisse toujours fournir suffisamment de courant.

### 3.1. Accumulateurs

Un accumulateur permet de stocker de l'électricité sous forme chimique. Il est caractérisé par son voltage nominal (V), sa charge électrique (Ah) et son intensité maximale (I). L'accumulateur fournit du courant continu.

Par exemple, on peut trouver des batteries de voiture 12V 65Ah 640A : la batterie fournira une tension de 12V tant que les 65Ah ne seront pas entièrement consommés. Elle fournira autant d'intensité qu'on lui demande, dans la limite de 640A, valeur à ne surtout pas dépasser (risque de surchauffe de la batterie, voire explosion).

Théoriquement, la batterie devrait pouvoir fournir un courant de 65A pendant une heure, ou 6.5A pendant 10 heures. Dans la pratique, la durée de vie de la batterie diminue encore plus vite quand on lui demande beaucoup de courant

### 3.2. Transformateurs

Un transformateur crée un courant électrique à partir d'une autre source d'électricité. On le caractérise par sa tension, son intensité, et son type de courant en entrée (AC ou DC), et sa tension, son intensité maximale de sortie, et le type de courant en sortie.

On peut par exemple trouver des transformateurs pour téléphones portables, acceptant en entrée du courant alternatif 230V et sortant du courant continu 5V 0,5A. Il faut veiller à ne pas dépasser l'intensité maximale fournie par le transformateur (risque de surchauffe, d'incendie).

Un transformateur parfait consomme autant de puissance en entrée qu'il en fournit en sortie : ainsi le transformateur précédent qui fournit  $5V \times 0.5A = 2.5W$ , devrait

consommer  $230V / 2.5W = 0.01A$ . Dans la réalité un transformateur consommera toujours plus d'énergie qu'il en restitue. La différence entre les deux valeurs est appelée «perte», le rapport puissance restituée sur puissance consommée est appelé «rendement».

### 3.3. Coupler plusieurs alimentations

Il est possible de coupler plusieurs accumulateurs de façon à avoir plus d'autonomie, plus de courant ou de tension. On peut aussi avoir besoin d'alimenter différentes parties du circuit avec différentes tensions.

#### 3.3.a. Accumulateurs en série



La tension des accumulateurs en série s'additionne. Mettre deux piles de 1,5V en série revient à mettre une seule pile de 3V.

#### 3.3.b. Accumulateurs en parallèle



Disposer des accumulateurs en parallèle permet d'augmenter le courant et d'augmenter l'autonomie. La tension reste inchangée.

Attention : ne pas coupler de piles ayant des tensions différentes, ou des piles neuves avec des piles usagées.

#### 3.3.c. Utiliser des alimentations de tensions différentes

Une carte Arduino fonctionne en 5V, mais on peut vouloir alimenter des composants demandant davantage de tension (moteurs). On peut alors utiliser une seconde alimentation dédiée à ces composants.

Dans certains cas, Il est nécessaire de relier ensemble les masses des deux alimentations, afin que tous les composants du circuit aient une référence commune pour la mesure des tensions. C'est par exemple le cas si on utilise un transistor pour alimenter les composants, ou si on souhaite communiquer avec un autre appareil (port série, modules).

#### 3.3.d. Court-circuit

On dit qu'il y a court-circuit lorsque les bornes  $\oplus$  et  $\ominus$  d'un générateur sont directement reliées ensemble, sans qu'il n'y ait de composant entre elles. Cela est par exemple le cas en les reliant directement par un fil, si un élément conducteur vient en contact du circuit (liquide, bouts de métal, poussières métalliques, etc.), ou si on fait une erreur de câblage.

Il faut prendre toutes les précautions pour éviter les courts-circuits. Les conséquences peuvent être graves :

- échauffement du générateur => brûlures, feu, explosion, destruction du générateur
- échauffement du circuit => brûlures, feu, destruction du circuit
- projection de métal en fusion, lumière intense (pour des hautes tensions)

## 4. Lois électriques

### 4.1. Additivité des tensions

Dans un circuit en série (les composants les un à la suite des autres), la tension fournie par le générateur est égale à la somme des tensions consommées par les composants.

Exemples :

- pour un circuit composé d'une pile 4,5V et d'une ampoule, la tension appliquée aux bornes de l'ampoule sera de 4,5V.
- Si le circuit contient deux ampoules en série, il y aura aux bornes de chaque ampoule une tension inférieure à la tension de la pile. La somme des tensions des deux ampoules sera égale à 4,5V (tension de la pile).

À l'inverse, dans un circuit en parallèle, chaque branche est soumise à la même tension.

### 4.2. Circulation du courant

Le courant est un déplacement de particules positives. Il faut ainsi se rappeler qu'il y a autant de particules sortant de la borne  $\oplus$  du générateur, qu'il y a de particules rentrant dans la borne  $\ominus$ . On en déduit donc que :

- dans un circuit en série, tous les composants reçoivent la même quantité de courant
- dans un circuit en parallèle, chaque branche reçoit une partie du courant. La quantité de courant sortant du générateur est égale à la somme des courants consommés par chaque branche.

### 4.3. Loi d'Ohm

La loi d'ohm permet de faire la relation entre le courant, la tension et la résistance. Elle peut s'écrire ainsi :

$$\text{Tension} = \text{Résistance} \times \text{Courant}$$

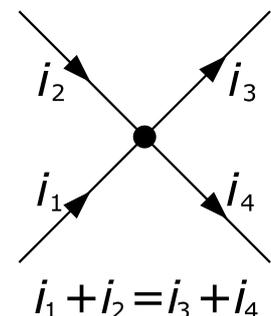
$$U = R \times I \quad R = U / I \quad I = U / R$$

### 4.4. Loi des nœuds

Un nœud est une connexion électrique entre plusieurs composants.

La loi des nœuds stipule que la somme des courants arrivant à un nœud est nulle. Pour que cela fonctionne, il faut donner un signe au courant suivant si celui-ci entre dans le nœud ou en sort.

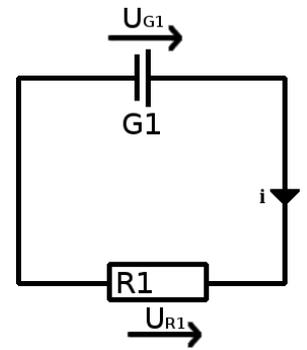
Dit autrement : l'intensité du courant rentrant dans un nœud est égale à l'intensité qui en sort.



## 4.5. Loi des mailles

Une maille est un parcours fermé dans un circuit électrique : il n'y a pas d'autre branche dans la maille. La loi des mailles dit que la somme algébrique (c.-à-d. en respectant les signes) des tensions dans la maille est égale à zéro.

Pour que cela soit exact, il faut considérer que la tension appliquée aux bornes d'un récepteur est dirigée dans le sens inverse du courant. Pour un générateur, la tension est dirigée de la borne  $\ominus$  à la borne  $\oplus$ .



## 5. Quelques composants électroniques

### 5.1. La résistance

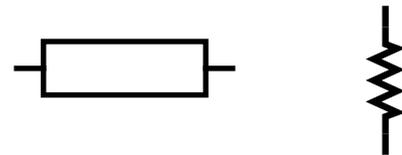
Les résistances sont des dipôles opposant une résistance au passage du courant. Il en existe de différentes valeurs, mesurées en ohm.

Les résistances que nous allons utiliser ont un corps en céramique, recouvert de carbone. Des bagues de couleur permettent de déterminer leur valeur, suivant un code couleur.

Dessin

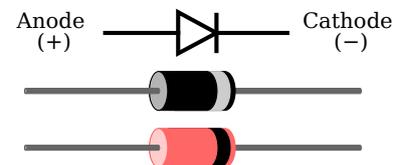


Symboles de la résistance



### 5.2. La diode

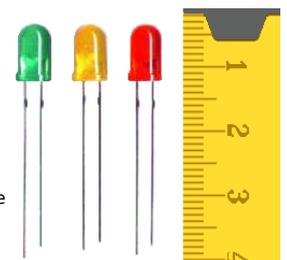
La diode est un composant laissant passer le courant uniquement dans un sens : de son anode  $\oplus$  vers sa cathode  $\ominus$ . Le sens de son branchement est donc important.



### 5.3. La diode électro-luminescente : LED

Les LEDs sont un type particulier de diodes qui émettent de la lumière lorsqu'elles sont traversées par un courant. Elles sont caractérisées par leur tension de seuil (valeur à partir de laquelle elle émettent de la lumière) et leur intensité maximale.

On reconnaît le sens de branchement grâce à la patte la plus longue, qui est l'anode  $\oplus$ .



### 5.4. Le transistor

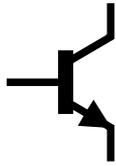
Il existe différents types de transistors, ceux que nous allons utiliser sont le transistor bipolaire NPN 2N2222 et le MOSFET.

Le transistor bipolaire est un amplificateur de courant, qui dispose de trois pattes : en fonction du **courant** passant par sa base (patte du milieu), il laisse passer plus ou moins de courant entre ses deux autres pattes (du collecteur à l'émetteur). Il peut ainsi être utilisé pour amplifier un signal, ou en tant qu'interrupteur.

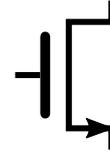
Le MOSFET ressemble davantage à un interrupteur : il laisse passer du courant entre la source (patte de droite) et le drain (milieu) en fonction de la **tension** appliquée sur la grille (gauche). Il n'y a pas de courant passant par la grille.

Pour résumer : Le transistor bipolaire est contrôlé par un courant, le MOSFET est contrôlé par une tension. Le MOSFET permet de faire passer davantage de courant, et occasionne moins de pertes. Le transistor bipolaire est plus réactif, il est donc meilleur pour l'amplification de signal.

Transistor bipolaire (NPN)



MOSFET (N-MOS)



## 6. Alimenter une LED, choisir une résistance

Il faut avant tout connaître les caractéristiques de la LED à alimenter : sa tension de seuil et l'intensité maximale. Prenons pour exemple une LED rouge ayant pour tension de seuil 2,1V et acceptant au maximum 10mA. On considère que la diode n'a pas de résistance interne : pour l'alimenter sans risque il faut alors la coupler avec une résistance, dont il faudra déterminer la valeur.

Prenons comme exemple un circuit contenant un générateur 5V, la LED, et une résistance. La tension que fournit le générateur est partagée par les deux autres composants, or nous savons que la diode doit être alimentée en 2.1V, nous considérons donc une tension de  $5 - 2.1 = 2.9V$  aux bornes de la résistance. La LED accepte un courant de 10mA, le circuit étant en série, c'est le même courant qui passera dans la résistance. On peut maintenant appliquer la loi d'ohm à la résistance :

$$R = U / I = 2.9 / 0.01 = 290 \Omega$$

On devra alors coupler notre LED à une résistance d'au moins 290  $\Omega$ .

Autre caractéristique à prendre en compte : la puissance de la résistance. Les petites résistances que nous avons l'habitude d'utiliser sont généralement des résistances 1/4 de Watt : c'est la puissance maximale qu'elles peuvent dissiper sous forme de chaleur. Sachant que  $P = U \times I$ , la résistance devra au moins pouvoir dissiper 0.029W, on peut alors utiliser une résistance 1/4W sans risque.